

# ИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Это устройство создано на основе ультрасовременных космических технологий и может совершить настоящую революцию в будущих исследованиях Солнечной системы.

Если сравнивать ионные двигатели с традиционными ракетными двигательными установками, то их можно назвать технологическими «черепашками». Но, как гласит народная мудрость, тише едешь – дальше будешь.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ

Принцип работы ионного двигателя впервые изложил в 1906 году основоположник ракетостроения Роберт Годдард (см. «Мир астрономии», выпуск 93). Как и в любом ракетном двигателе, импульс (см. «Глоссарий») высокоскоростного выброса, направленный от задней части космического корабля, уравнивается ответной реакцией, то есть силой, направленная назад, отталкивает аппарат и движет его вперед.

Ключевое отличие заключается в том, что в ионном двигателе тягу обеспечивает выталкивание электрически заряженных частиц (ионов) топлива, а не малоэффективная химическая реакция. Огромное преимущество ионизированного топлива в том, что оно имеет высокое соотношение электрического заряда к массе, что упрощает разгон до высоких скоростей при сравнительно небольшой разности потенциалов (см. «Глоссарий») между



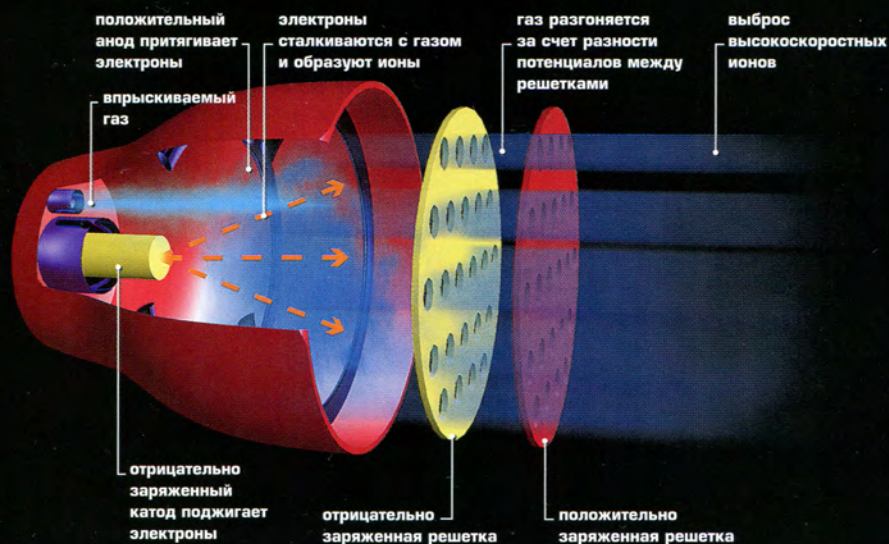
**ДВИГАТЕЛЬ В ДЕЙСТВИИ** На рисунке показано, как работает ионный двигатель: от впрыска газа до выброса.

электрически заряженными решетками или пластинами. Чем выше скорость выталкиваемого потока при малом расходе топлива, тем выше удельный импульс тяги космического аппарата.

## СОЗДАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

В конце 1950-х годов Гарольд Р. Кауфман из Исследовательского центра НАСА им. Джона Гленна собрал первый работающий ионный двигатель. Однако дальнейшие работы по нему велись несистемно. Первым космическим аппаратом с ионным двигателем стал Deep Space 1, запущенный в конце 1990-х годов.

Во время работы ионный двигатель должен не только выталкивать поток ионов, но и производить их, поскольку хранить ионизированное топливо непрактично. Обычный метод – разделить атомы газа, такого как ксенон (инертный элемент, который не повреждает детали космического аппарата), на положительно заряженные ионы (в нашем случае – ксенона), воздействуя на них высокоэнергичными электронными частицами, вырабатываемыми в других частях системы. Для разгона ионов ксенона и их выброса из аппарата создается разность потенциалов между положительно и отрицательно



## НАШИ СВЕДЕНИЯ VASIMR

Электромагнитные ракетные ускорители с изменяемым удельным импульсом, VASIMR, – это воплощение уникальной концепции для ионных двигателей. Ее разработал ученый из Коста-Рики Франклин Чанг-Диас более 30 лет назад, а прибыль получает Ad Astra Rocket Company.

VASIMR для ионизации топлива использует радиоволны, что делает его дешевле двигателей

на ксеноне. Он сжимает, нагревает и выбрасывает топливо, используя магнитные поля, генерируемые достаточно мощным импульсом. При этом может быть уменьшена подача газа, чтобы менять скорость. Ускоритель VASIMR, функционирующий на солнечных батареях, установили в 2012 году на Международную космическую станцию.

**ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ** Успешный запуск геликонного двигателя первой ступени VASIMR, который создает плазму для разгона всего механизма.

заряженными решетками, через которые они проходят.

Результат – двигатель, требующий много энергии из внешнего источника (в отличие от химических ракетных двигателей), но выбрасывающий топливо на очень высокой скорости. Типичный космический аппарат с ионным двигателем обладает слабой тягой, или ускорением (из-за тяжелого оборудования, установленного на нем для генерации энергии), но потребляет мало топлива и способен развивать очень высокую скорость. Из-за слабой тяги ионные двигатели не подходят для космических запусков с Земли, но идеальны для долгосрочных миссий, начинающихся на орбите.

## ДВИГАТЕЛЬ БУДУЩЕГО

Ионные двигатели все еще проходят испытания и не могут покинуть пределы

### ГЛОССАРИЙ

**Импульс** – векторная величина, равная для материальной точки произведению массы этой точки на ее скорость и направленная так же, как вектор скорости. В закрытой системе (напр., космический аппарат и его топливо) импульс не меняется.

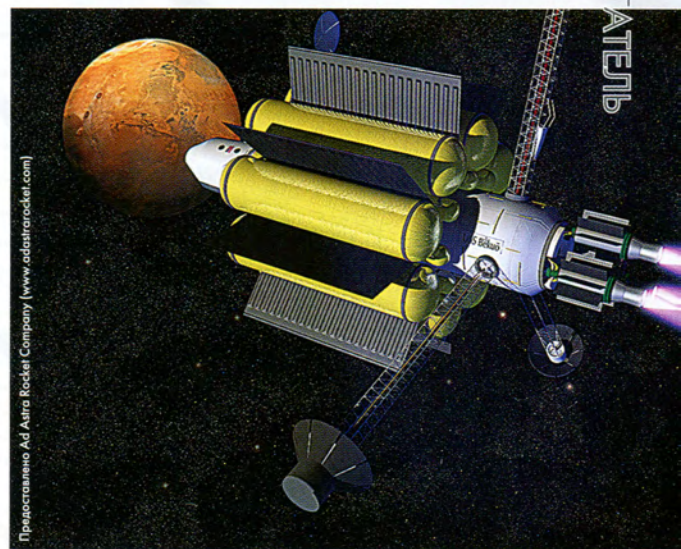
**Разность потенциалов** – разница в силе электрического поля между двумя точками, выражаемая обычно как электрическое напряжение.

### ПОЛЕТ НА МАРС

На рисунке – VASIMR с ионным двигателем направляется к Марсу.

Солнечной системы, потому что зависят от солнечных батарей. Для исследования более отдаленных областей понадобятся другие источники энергии, такие как небольшие ядерные генераторы.

Они могут стать основой при создании более эффективных, но энергоемких ионных двигателей, называемых электромагнитными ускорителями с изменяемым удельным импульсом (см. «Наши сведения»). Этот новейший прибор может быть



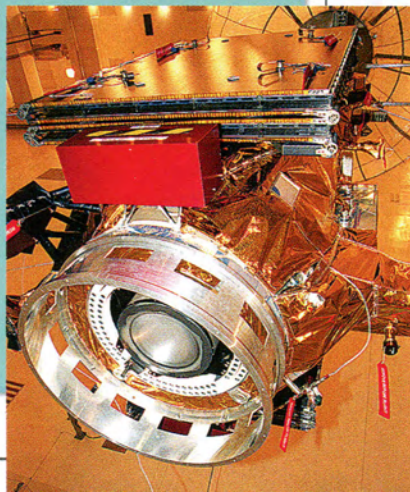
Предоставлено Ad Astra Rocket Company (www.adastrarocket.com)



## ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ DEEP SPACE 1

Первый полноценно функционирующий ионный двигатель НАСА был установлен на борту экспериментального аппарата Deep Space 1 в 1998 году. Этот аппарат был создан для испытания новых космических технологий. Ионный двигатель электростатического типа на ксеноне начал разгонять его со скорости 0,25 мм/с. Через 678 дней работы это позволило достичь скорости 4,5 км/с, ограничиваемой лишь количеством топлива на борту. В июле 1999 года аппарат пролетел мимо астероида Брайль (9969), а в сентябре 2001-го – мимо кометы Борелли. Его миссия завершилась в декабре 2001 года.

**ПЕРВЫЙ** Ионный двигатель Deep Space 1. Над ним сложена одна из двух панелей солнечной батареи, которая обеспечит его питание.



использован в качестве последней ступени, что сократит расход топлива при транспортировке в космосе и существенно удешевит стоимость миссий. В конце концов он может даже открыть дорогу высокоскоростным пилотируемым полетам на Марс.

Возможно, на фоне других агрегатов ионные двигатели кажутся слабыми, но их преимущества могут сделать их будущим для космических полетов.